第七章　作物線蟲病害研究

程永雄、陳殿義

線蟲與眞菌、細菌及病毒構成作物病害之四大病原，本所有關由線蟲引起作物病害之試驗研究於台灣光復前之研究報告極少，澤田兼吉曾對根瘤線蟲之形態及引起作物之病徵有所描述及對寄主植物進行調查。台灣光復後，早期(40～60年代)原台南棉麻試驗分所時代蔡雲鵬先生及杜金池先生主持之纖維作物根瘤線蟲防治試驗、中期(60～70年代)杜金池先生主持之雜糧作物病原線蟲及其防治探討，至民國68年本所植物病理系前系主任現任所長杜金池先生之規劃設立線蟲研究室充實設備及人員，程永雄先生主持園藝作物線蟲病害之研究，70年以後從事草莓、洋香瓜等經濟作物之線蟲病害研究以及與其他土壤傳播性病原菌及有益微生物內生菌根菌之相互關係研究，茲將年來各試驗研究成果簡述於後：

光復後之研究成果

一、纖維作物線蟲病害之發生及防治

(一)黃、鐘麻根瘤線蟲

自民國40年以來，本省鐘麻遭受根瘤線蟲嚴重之爲害，半數以上鐘麻及黃麻在未採收前即告危害而造成嚴重損失，當時除非對根瘤線蟲能有效防治，否則鐘麻之繼續推廣似有困難之情勢。台南棉麻試驗分所蔡雲鵬先生及游江海先生自民國42年起就藥劑、客土、多施堆肥及施用氰氮化鈣等方法，以謀求防治黃、鐘麻根瘤線蟲，結果以藥劑D-D合劑防治最爲有效，每公頃500公升注藥深度15公分，對10－30公分深土壤中根瘤線蟲有完全撲滅之效，但因藥劑成本高致無法推廣，僅能應用於經濟價值高的作物或溫室苗圃。因當時藥劑費昂貴及栽培方法上實際應用之困難，因此自民國45年起研究一般農民容易採用的種植指示作物方法，於栽培鐘麻前種植指示作物以檢定農田土壤中線蟲密度來決定可否栽培鐘麻以減輕線蟲之爲害，故於民國46年提倡在鐘麻栽培預定地前之秋作(8-10月)甘藷或花生作物時，在株間種植感病性之蕃茄或米豆爲指示作物，經一個半月後拔起指示作物根部，並調查根瘤指數及線蟲密度，供作下期栽培鐘麻之參考。自民國51年起由杜金池先生主導的試驗研究在尋求對根瘤線蟲有效而經濟之防治藥劑，祈能瞭解新型殺線蟲劑 Fumazone 70E(DBCP) 防治麻類根瘤線蟲之經濟用藥量及藥效持續效能，結果發現 Fumazone 70E以2－3A.G./acre 爲最經濟施用量，可推荐在嘉南地區砂性農田施用，保護當年栽植之鐘麻及減輕根瘤線蟲之爲害。

(二)棉寄生性線蟲病害

原台南棉麻試驗分所於民國60年在南部 9 個主要棉區調查棉作寄生性線蟲種類，發現老棉區如義竹、朴子等鄉鎮之棉田寄生性線蟲種類較多，主要以腎形線蟲(*Rotylenchulus reniformis*)發生最多，次爲根瘤線蟲(*Meloidogyne* spp.)及殘根線蟲(*Trichodorus christiei*)，並

經接種試驗證明此等寄生性線蟲均具有高度病原性，可使棉株生育受阻、根群生長不良及葉片黃化等病徵，而於田間調查棉株矮小黃化及提早落葉之根圈土壤，發現含有高密度之腎形線蟲、根瘤線蟲、螺旋線蟲(*Helicotylenchus exallus*)、矮化線蟲(*Tylenchorhynchus cylindricus*)、殘根線蟲、根腐線蟲(*Pratylenchus minyus*)及*Tylenchus* spp.等。

二、雜糧作物寄生性線蟲病害之發生及防治

(一)落花生根瘤線蟲病害

落花生一向被視爲抗根瘤線蟲之輪栽作物，但自民國68年起在雲林北港及沿海地區發生根瘤線蟲病害，發病植株矮小、葉片黃化及提早落葉；根部被害則產生許多根瘤、豆莢減少及病株豆莢柄產生畸型腫瘤，嚴重影響花生產量及品質。於民國69年起，程永雄先生開始本病害之病原學研究，以雌蟲之陰門模紋型態及掃描顯微鏡技術首次鑑定落花生根瘤線蟲病害是由*Meloidogyne arenaria*所引起，有別於危害纖維作物及蕃茄之南方根瘤線蟲*M. incognita*，因此曾發生根瘤線蟲病害之農田於安排輪栽作物時應考慮作物之種類與順序，以避免加速病原線蟲之蔓延與繁殖。爲尋求有效之殺線蟲藥劑及其防治適期，分別於溫室及田間進行試驗，調查結果顯示，以1％Marshel D.、3％Furadan G.、10％Nemacur G.及24％Vydate L.均具有顯著之防治效果，並應儘早於播種時施用，若根瘤線蟲先已侵染根部則難有防治效果。

(二)豆類根瘤線蟲病害

爲探討豆類作物對根瘤線蟲之抗感性程度，以便提供輪作安排之參考，將落花生、大豆、紅豆、綠豆、豌豆、敏豆及豇豆等七種豆類作物目前之栽培品種，分別種植於溫室根瘤線蟲病圃中，以檢定其對南方根瘤線蟲(*Meloidogyne incognita*)及爪哇根瘤線蟲(*M. javanica*)之抵抗性。結果顯示，落花生臺南11號、臺南選9號、臺農9號等三個品種對南方根瘤線蟲及爪哇根瘤線蟲具有抵抗性；大豆高雄8號、臺南選1號、花蓮12號及高雄選1號等五個品種對南方根瘤線蟲具抵抗性，但對爪哇根瘤線蟲則無抗性；紅豆高雄選1號及高雄2號等二個品種；綠豆臺南選2號；豌豆新珍及臺中11號二品種；敏豆臺中1號、衣笠及農友早生二品種及豇豆高雄青莢及白皮二品種對南方根瘤線蟲及爪哇根瘤線蟲均無抗性。

(三)甘藷根瘤線蟲病害

爲探討本省甘藷品種間對根瘤線蟲之抗感病程度，本所植病系線蟲研究室程永雄先生於民國67年進行39種甘藷品種抗根瘤線蟲(*Meloidogyne incognita*)之檢定工作，結果顯示，供試之10種橙紅色果肉品種中，表現極抗病性者(罹病指數0-10)有Potor Rico Centenniae，九洲28號，南瓜芋，四川3號，嶺南36號等7品種，表現抗病性者(罹病指數11-25)有台農61號，台農62號及台農64號等3種，供試19種白色果肉之品種中，表現極抗性者爲White Star、農林8號、青籐子、台農41號、紅心尾及台農57號等，抗性者有蛋黃紅，中抗性者(罹病指數26-50)有台農56號、台農17號及台農43號等，表現感病性者(罹病指數51-100)如台農19號、台農31號及台農58號等，黃色果肉品種表現極抗病性者有台農53號、農林1號及紅藤仔等，表現感病性者有台農50號及台灣白等。

三、園藝作物根瘤線蟲病害之發生及防治

(一)瓜類根瘤線蟲病害

西瓜是本省重要農產品之一，每年種植面積達兩萬公頃以上，以臺南、雲林、花蓮、彰化、嘉義、臺東及高雄等縣市爲主要產區。西瓜係葫蘆科植物，耐濕性不佳，不適合粘質排水不良之地區栽培，農友們通常選擇排水良好的旱田、砂丘、河床砂洲等砂質壤土或砂質地種植。植病系線蟲研究室自民國78年起調查本省主要西瓜栽培區，結果顯示旱田輪作、蔗田輪作田及河床地連作田，其西瓜罹患根瘤線蟲之發病率分別55%、57.5%、及60%，病原線蟲種類主要爲南方根瘤線蟲(*Meloidogyne incognita*)，爪哇根瘤線蟲(*M. javanica*)次之。旱田西瓜園之根瘤線蟲族群高峰期在7月至9月間，而12月至1月較低；蔗田西瓜園之高峰期自6月至10月，而低族群密度在1月至3月；河床地西瓜園之根瘤線蟲族群消長曲線最尖，於7、8兩個月爲最高峰，11月後族群顯著地降低。田間調查結果顯示，根瘤線蟲和蔓割病菌之複合感染率以河床地之16.5%爲最高，蔗田11.5%次之，旱田11%最低。經抗病測定選出太陽麻、黃野百合、胡麻、萬壽菊、孔雀草及天人菊等七種植物對南方根瘤線蟲及爪哇根瘤線蟲均具有抵抗性，將七種抗病植物種植於盆缽病土中觀察對根瘤線蟲密度之影響，結果萬壽菊、孔雀草及天人菊可使線蟲密度減少，而太陽麻、黃野百合、胡麻及篦麻對線蟲密度之影響與休耕處理一樣可抑制線蟲密度之增加。試驗大豆粕、花生粕、苦茶渣、雞糞、乾牛糞及稻穀等六種有機物質對土壤中根瘤線蟲密度之影響，結果只有大豆粕及花生粕對線蟲密度有降低效果。測定本所部份甜瓜及洋香瓜品系(種)對南方根瘤線蟲及爪哇根瘤線蟲之抵抗性，結果TV 1000179等50個供試品系(種)對南方根瘤線蟲及爪哇根瘤線蟲均無抵抗性。

㈡草莓葉芽線蟲病害

本省草莓栽培面積有逐年增加趨勢，而葉芽線蟲所造成的病害遍存各草莓園中，爲有效防治該病害則需先了解病原線蟲的種類和傳播途徑。本所植病系線蟲研究室王貴美小姐自民國71年起從事草莓葉芽線蟲病害病原之鑑定與傳播途徑之探討，由罹病草莓芽體所分離的葉芽線蟲，經表面消毒、無菌水漂洗，培養於*Alternaria* sp.菌絲上，大量繁殖後，製成每毫升100、250、500及1000隻線蟲之四種濃度的懸浮液，接種於春香和愛利收二品種尙未張開的芽體中，接種後一至二個月皆可使植株產生葉片皺縮、雙型等與田間相同的病徵。再由罹病株的芽體分離此線蟲，由形態特徵鑑定爲*Aphelenchoides besseyi*。自民國72年1月起，每月田間調查罹病植株所占比率，顯示罹病率從三月開始增高，於八月達最高峰，此與外國文獻所描述 *Aphelenchoides besseyi*所造成的夏季矮化 (Summer dwarf) 型病徵相符。在育苗期至田間期調查罹病植株較無病徵植株所產生之匍匐莖數，不定芽數都較少，且罹病株所產生的不定芽，大多都被線蟲所感染，而無病徵植株所產生者只有7%罹病。再取匍匐莖頂端將形成芽體的組織製作石腊切片，且加以染色後，可看見葉芽線蟲存活於尙未張開的芽苞內，可見草莓葉芽線蟲之主要感染源是罹病的植株，使種苗在種植前就帶有病原線蟲，因此以無病植株繁殖種苗，在育苗和種植時淘汰帶病種苗是根本而有效的防治法。本線蟲經48℃或50℃之溫水處理20分鐘或5分鐘才會死亡，但是草莓經相同之處理，即有生長勢差及枯死現象。以萬强、毒線蟲、好年冬、巴拉松及地蜜等殺線蟲劑進行藥劑防治試驗，結果顯示在施用後一個月內可顯著抑制本病害，兩個半月後各藥劑間漸有差異但仍具有藥效，三個半月後，處理組與對照組之罹病率無顯著差異。

㈢蕃茄根瘤線蟲病害

根瘤線蟲爲蕃茄最具有破壞性之寄生性線蟲，爲害茄科作物引起嚴重之根瘤，早期感染

罹病植株地上部停止生長，植株矮小，結實少。爲瞭解蕃茄品系間對根瘤線蟲之感病性之差異，原台南棉麻分所場一郎先生於民國66年進行玻璃溫室蕃茄不同品系幼苗期接種根瘤線蟲*Meloidogyne incognita*之結果顯示，抗線蟲品系在14天以下之幼苗期，被害形成根瘤約0-50％，28天以上者，被害較少達0-25％，移植病圃60天後，其被害極少僅達0-10％。對照感病品種(盛岡種)，在苗期嚴重被害達80-100％，而在生長中期及後期，可繼續被害及形成大型塊狀根瘤。抗病品系被侵入爲害之機率甚低，其根瘤呈小型珠狀，該珠狀根瘤成熟後，不會繼續被侵害而腫大，其生長後期被害極少，惟該項小型根瘤成熟後存有成熟之卵塊。此項結果似可初步證實蕃茄抗根瘤線蟲品系具有體外抵抗性。番茄發生根瘤線蟲及其他寄生性線蟲侵害後，常使土壤內某些土壤傳播病原菌更易侵染，而發生複合型病害(Disease complex)，使番茄提早衰竭死亡，此一現象，在嘉南地區砂質壤土最爲常見。先受線蟲侵害後，在高溫多濕之季節，番茄發生白絹病(Southern blight)，罹病株在地際莖部發生褐腐病斑，繼之病患處呈現白色菌絲及菌核，終使植株凋萎死亡。爲期收殺線蟲兼消滅土壤病原菌之效，原台南棉麻分所乃選用含有殺菌成份Chloropicrin之燻蒸劑 Vorlex 進行試驗，以期收事半功倍之效，試驗結果顯示，Vorlex 對 *Pratylenchus* spp.、*Helicotylenchus* spp.、*Rotylenchulus* spp.、*Trichodorus* spp. 之防治效果優於 DBCP(Fumazone E.C.)，對 *Meloidogyne* spp.，則以 Fumazone E.C.之藥效比Vorlex好。殺線蟲劑Vorlex及Fumazone E.C.有促進植株生育作用，並提高番茄單位面積之產量。各藥劑處理間番茄果實之增產與對照區相比均爲顯著，尤以Vorlex 200公升／公頃及Fumazone E.C. 28公升／公頃等兩處理區爲極顯著。施用殺蟲劑能有效抑制白絹病，其效果依順序爲Vorlex 200公升／公頃＞Fumazone E.C 28公升／公頃＞Vorlex 150公升／公頃＞Vorlex 100公升／公頃＞CK。

㈣薑根瘤線蟲病害

自1975年日本開放我國生薑及胡蘿蔔等根葉類之輸入以來，生薑在本省之栽培面積大幅增加。根瘤線蟲之爲害隨農民一窩蜂之種植而加劇並普遍發生，特別在台東栽培區域更爲嚴重。爲瞭解薑根瘤線蟲病之罹病過程，本所植病系線蟲研究室程永雄先生等於民國68年進行薑罹根瘤線蟲之病變過程研究，發現根瘤線蟲 (*Meloidogyne incognita*)侵入薑塊莖後不形成明顯之腫瘤，第 2 齡幼蟲自塊莖鱗片狀葉著生處內側侵入，使鄰近之細胞產生褐色壞疽，降低生薑之市場價值；第 2 齡幼蟲也從根冠附近侵入根系(鬚根及肉質根)，移動到維管束附近攝食生長並刺激形成不正常組織，包括細胞增生及巨型細胞等，產生肉眼可視別之腫狀根瘤。在30℃土壤溫度下，根瘤線蟲在薑根系完成一世代須21天，但在塊莖則要40天，侵染根系之雌蟲成熟後釋放卵塊到根部外面，爲塊莖及根系的第二次侵染源。塊莖內之成熟雌蟲僅能在塊莖內部維管束附近生產卵塊，而未釋放至土壤內，致使大部份孵化之 2 齡幼蟲侷限在病患處。

㈤洋菇線蟲病害

本省洋菇栽培屢見不產菇及堆肥變黑之現象，本所植病系線蟲研究室程永雄先生於民國68年進行調查洋菇菌絲消失、堆肥變黑與洋菇線蟲之關係。採集本省主要洋菇栽培區發生菌絲消失不出菇之堆肥，依改良柏門氏漏斗法分離鑑定線蟲，發現洋菇線蟲主要爲*Rhabditis* sp.、*Aphelenchus avenae*、*Aphelenchoides* sp. 及 *Ditylenchus* sp. 等四種，尤以前者發生最普遍，有些地區每50公克堆肥含有高達四萬隻以上之線蟲。爲進一步探討線蟲與洋菇菌絲消失

之關連性，將長滿菌絲之堆肥，以每100g 分別接種洋菇線蟲(*Rhabditis* sp.)4,000隻及8,000隻等兩種處理，並分置於20、24及28℃等三種定溫箱中，經 20天後堆肥即出現局部病徵，線蟲危害處之菌絲消失而變成水浸狀污點，隨著線蟲之取食繁殖，水浸狀斑點面積擴大，於接種40天後被害面積達2/3，溫度愈高，斑點面積擴展愈快，於20、24及28℃等不同溫度，線蟲之數目分別由每100g堆肥 4,000隻增殖爲12,072、14,160及54,510 隻或由每100g堆肥8,000隻增殖爲41,175，44,594及93,200隻，由上述結果可見堆肥變黑，洋菇菌絲漸消失之現象與洋菇線蟲之滋長有密切之關係。

㈥花卉線蟲病害

近年來本省經濟發展迅速，帶動了園藝花卉產業的繁榮，專業區的設立、設施園藝型式的建立、水稻田轉作及新興花卉引進等都有助於線蟲之傳播孳長，進而逐漸形成對花卉及觀賞作物爲害潛勢頗高之連作障害環境。嘉義分所自民國81年調查切花、盆花、觀賞植物、庭園花木及草皮之寄生性線蟲種類，結果發現植物地上部之病原線蟲主要有葉芽線蟲(*Aphelenchoides besseyi*)及松材線蟲(*Bursaphelenchus xylophilus*)；植物地下部之病原線蟲主要有南方根瘤線蟲(*Meloidogyne incognita*)、爪哇根瘤線蟲(*M. javanica*)、螺旋線蟲(*Helicotylenchus* spp.、*Rotylenchus* spp.)、矮化線蟲(*Tylenchorhynchus* spp.)、環紋線蟲(*Criconemoides* spp.)及南方根腐線蟲(*Pratylenchus* spp.)等，而其感染途徑主要是經由⑴種苗或球莖、球根、塊根、塊莖、扦插枝(葉)等繁殖體本身攜帶病原線蟲，⑵爲受病原線蟲污染之土壤或栽培介質，⑶引用帶有病原線蟲之灌溉水。一般罹線蟲病原之花卉或觀賞作物地上部之主要病徵爲葉片黃化、微量元素缺乏、小葉、落葉、葉片畸形、花苞腐敗、花苞枯死及植株矮化，甚至死亡；若危害根系者，根部出現腫瘤、腐敗、鬚狀根，根尖停滯生長或壞疽等情形。防治工作首重預防，即種苗或其他植物繁殖體植前健康篩選並嚴格做好土壤消毒，尤其是連作區域或設施園藝之土壤及栽培介質。植前或植後施用殺線蟲劑或有機添加物亦有助於克服線蟲病害問題，提高作物生產品質。

四線蟲與土壤傳播性病原菌之相互關係

㈠利用捕食性線蟲防治腰折病

台南棉麻分所於民國61年進行研究應用捕食性線蟲 *Aphelenchus avenae*防治亞麻、黃麻腰折病室內盆栽試驗，將 *A. avenae*分成四種不同濃度接種在 *Rhizoctonia solani*病原菌之土壤中或線蟲單獨接種，發現感染土中若有 *A. avenae*存在時可減輕腰折病之發生，惟當每113 cm^2 之土壤接種 *A. avenae*之蟲數若超過8,550隻以上時，其防治效果並未隨線蟲數目之增加而提高。*A. avenae*在 *R. solani*之菌絲上餵食，一個細胞的內容物15秒即可被吸空。線蟲在取食前其頭唇部位左右擺動探索，一直到與菌絲細胞接觸，而口針與細胞壁成垂直狀。在適當溫度30℃下，*A. avenae*之繁殖速度最快，而於低溫10℃或高溫40℃下均不適於生長。土壤濕度亦是影響線蟲繁殖之一重要因子，一般在高土壤濕度40％MHC環境下，線蟲數目逐漸減少，而在土壤濕度20％MHC下最適合 *A. avenae*生長繁殖。

㈡線蟲和根腐病引起之柑桔衰敗研究

近年來柑桔之壽命，單位面積產量和品質皆降低，主要是罹患立枯病。本所植病系線蟲研究室，於民國74年調查柑桔感染立枯病之病株根部，發現常有根腐病原菌(以*Phytophthora*

*parasitica, P. palmivora*為主)及寄生性線蟲(以 *Tylenchulus semipenetrans, Pratylenchus coffeae* 為主)存在，而且在田間亦常發現有些產生衰敗病徵的柑桔植株，並無罹患柑桔立枯病的情形，卻有根腐病菌或植物寄生性線蟲存在，初步調查永靖及新埔地區之柑桔苗圃，發現所採柑桔砧木根部多少都攜帶有根腐病菌，這些根腐病菌將隨柑桔苗傳播至各地柑桔園，是否成為有效感染源而造成柑桔衰敗則尚未有試驗證明。

㈢內生菌根菌與根瘤線蟲之相互關係

為探討內生菌根菌(VAM fungus) *Glomus etunicatum* 與根瘤線蟲 *Meloidogyne incognita* 之相互關係及對洋香瓜生長之影響，嘉義分所程永雄先生於民國81年進行二者微生物之單獨及混合接種試驗，以菌根之形成率及其對宿主洋香瓜之生長效應，以及根瘤線蟲為害洋香瓜根部所形成之根瘤數目及其繁殖數量及洋香瓜生長之影響，以評估兩者在寄主植物之相互關係。為測定根瘤線蟲對洋香瓜之最低感染源濃度，於每盆(株)接種5、10、25、50、100及200隻二齡線蟲，接種結果顯示，每盆(株)接種5隻二齡線蟲即在根部產生根瘤；接種50隻線蟲，經八星期後即可造成根部之傷害，每株罹患根瘤數目平均為221個；每株接種100隻線蟲，即可產生580個根瘤。於二者微生物相互相關係之研究，接種試驗為每株接種50隻二齡線蟲，因內生菌根菌完成感染根部之時間比線蟲較緩慢，故內生菌根菌先行接種二星期，再進行線蟲混合接種或單獨接種，處理計有：⑴單獨接種內生菌根菌(M)，⑵先接種內生菌根菌後再接種根瘤線蟲(M＋N)，⑶單獨接種根瘤線蟲(N)，⑷對照不接種菌根菌及根瘤線蟲(CK)；於根瘤線蟲接種後八星期，調查試驗結果顯示，內生菌根菌處理(M)可促進植株地上部及地下部之生長，每株平均鮮重分別為 63.3公克及8.14公克，對照植株(CK)地上部及地下部平均鮮重分別為47.6公克及6.98公克，而根瘤線蟲處理(N)則可抑制植株生長，地上部及地下部平均鮮重分別為41.9公克及6.82公克；而內生菌根菌與根瘤線蟲之混合接種處理(M＋N)，植株地上部與地下部之平均鮮重分別為49.5公克及7.40公克。根瘤線蟲之存在不影響內生菌根菌之感染根部及形成內生菌根，然而內生菌根菌之存在則可減少根瘤線蟲侵害形成根瘤及線蟲之繁殖，是因侵染點之佔據，形成蘭根之根斷就沒有線蟲之侵染，若內生菌根高度形成，即可減少根瘤線蟲侵害的部位，又因菌根植株根群發育比非內生菌根植株(單獨接種線蟲者)茂盛，有補償被線蟲為害之根部，維持較多正常有功能之根部，幫助植物吸收營養，進而減少線蟲所造成之傷害。於是若能預先培育內生菌根苗再移植於本田，即使有根瘤線蟲之感染源也可減輕其為害。

五、土壤有益微生物－內生菌根菌應用在洋香瓜生產

嘉義分所程永雄先生自民國69年起研究開發內生菌根菌並應用在洋香瓜之生產，經盆栽接種內生菌根菌證明與洋香瓜根系有親和性，當被感染之根部形成內生菌根時能促進根群發育，增加根部對磷肥等要素之吸收能力及促進植株生長。接種盆栽宿主植物繁殖內生菌根菌接種源是目前唯一可行途徑。供試五種植物玉米、營多藤、百喜草、百香果及洋香瓜等，以洋香瓜及玉米為 *G. clarum* 之適當宿主。本研究建立內生菌根菌之生產體系以多年百喜草盆栽保存純種，以盆栽玉米繁殖原種，以大型栽培床之洋香瓜(或玉米)大量繁殖內生菌根菌，收集培養土風乾裝袋而成接種源。在實際應用上，採用苗期接種，培養洋香

瓜內生菌根苗，當內生菌根苗移植於本田即可將菌種帶至田間，並發揮內生菌根之功能，表現其有益效應。在簡易溫室及PE塑膠布隧道式洋香瓜生產上，內生菌根菌植株生長快速整齊，與對照比較可提早七天開花結果與採收並提高果實品質。經濟效益分析內生菌根菌應用在簡易溫網室洋香瓜生產上，每0.1公頃可增加淨收益約22700元，在PE塑膠布隧道洋香瓜上，每0.1公頃可增加淨收益約16300元。在簡易溫網室栽培洋香瓜，由於內生菌根植株根群發育健康，配合後續營養之供給及改進，使洋香瓜宿根栽培成功。

未來展望

近年來由於政府推行稻田轉作制度及設施栽培的推廣，由線蟲所引起之作物病害或連作障礙有日趨嚴重的現象，且由於環保意識及農藥殘毒對人體健康的影響日亦受到重視，使作物線蟲病害的防治工作更加困難。最近國內外正推行農業永續經營，強調利用非化學成份之有機肥料及使用生物農藥來栽培及管理作物的病蟲草害，所以爾後作物線蟲病害的防治研究工作應可朝下列方向發展：1.研究利用農漁工生產衍生物添加經篩選之有益微生物以製成土壤有機添加物，抑制土壤中存活之線蟲密度及增進植株生育，2.研究各作物之主要線蟲和不同地區之線蟲相及選擇適當綠肥作物，利用耕作系統的改變，建立可行之輪作制度。3.研究線蟲與土壤中其它病原眞菌、細菌、病毒及內外菌根眞菌之相互關係，以澈底了解作物病害發生原因，進而選擇適當方法加以有效防治。